

Research Article

## 중부 및 남부지역에서 재배환경과 재배기술의 차이가 사료용 옥수수의 생산성에 미치는 영향

최기준<sup>1</sup>, 이기원<sup>1</sup>, 최기춘<sup>1</sup>, 황태영<sup>2</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 김원호<sup>1</sup>, 이은자<sup>1</sup>, 성경일<sup>3</sup>, 정종성<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원, <sup>2</sup>농촌진흥청 기술협력국, <sup>3</sup>강원대학교

## Impact of Different Environmental Conditions and Cultivation Techniques on Productivity of Forage Corn in Central and Southern Area of Korea

Gi Jun Choi<sup>1</sup>, Ki Won Lee<sup>1</sup>, Ki Choon Choi<sup>1</sup>, Tae Young Hwang<sup>2</sup>, Ji Hye Kim<sup>1</sup>,

Won Ho Kim<sup>1</sup>, Eun Ja Lee<sup>1</sup>, Kyung Il Sung<sup>3</sup> and Jeong Sung Jung<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 31000, Korea

<sup>2</sup>Rural Development Administration, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54875, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

### ABSTRACT

This experiment was carried out to study the effects of different environmental conditions and cultivation techniques on productivity of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018. Average dry matter yield of forage corn at 34 cultivation regions was 13,510kg/ha. Forage productivity of forage corn cultivated at actual production sites have positive correlation with cultivation techniques( $p<0.01$ ) but not correlated with cultivation environments. Forage productivity of forage corn have positive correlation with seeding techniques( $p<0.01$ ) but not correlated with fertilization techniques. These results suggest that practices of cultivation techniques are more important than cultivation environments for increasing the forage productivity of forage corn. Therefore, yield prediction techniques of forage corn in Korea have to be considered the practices of cultivation techniques along with soil and climate conditions.

(Key words: Forage corn, Cultivation environment, Cultivation technique, Forage productivity)

### I. 서 론

사료용 옥수수는 환경에 대한 적응범위가 넓고 높은 기온과 많은 일조를 필요로 하는 열대성 사료작물로서 사료가치가 매우 높고 초식가축의 기호성이 우수하다(Kim, 1991). 최근 우리나라의 한우산업과 낙농산업의 지속적 성장과 함께 사료가치와 기축 기호성에 대한 인식이 높아지면서 조사료의 품질이 우수한 사료 용 옥수수의 재배면적은 약 13,000ha에 이르고 있다(MAFRA, 2018). 농림축산식품부에서는 양질 조사료 증산정책으로서 조사료 생산기반 확충사업을 지속적으로 추진하고 있으며 전국 1,770 개 정도의 조사료 생산 경영체가 활동하고 있다(MAFRA, 2018). 아울러 자주식 옥수수 원형곤포사일리지 수확기계의 농가에 보급이 확대됨으로써 옥수수 사일리지 수확작업에 대한 부담이 줄어들어 재배면적은 점차로 증가할 것으로 예상되고 있다.

사료용 옥수수는 지온이 10°C 이상 되는 4월 중 하순부터 파종하여 8월 상중순에 수확한 후 사일리지 형태로 저장하여 활용하는 것이 일반적이다. 그러나 재배품종(Ji et al., 2009a; Ju et al., 2010; Kim et al., 2013; Choi et al., 2013; Choi et al., 2017; Choi et al., 2019), 파종시기(Lee et al., 2007; Son et al., 2009; Son et al., 2010), 배수관리(Shin et al., 2008; Ji et al., 2009b; Lee, 2015) 등의 연구결과를 보면, 파종시기에 따라 수확시기가 달라지고 단위면적 당 조사료 생산성에도 차이가 있는 것으로 보고되고 있다. 아울러 재배지의 토양비옥도와 기온, 강수량 등 기후조건에 따라서 조사료 생산성은 다양하게 나타날 수 있다. 조사료 생산기반이 부족한 우리나라의 여건에서 연간 단위면적당 최대의 조사료를 생산하기 위해 동계 사료작물과 하계 사료작물을 연계한 연중 조사료 생산 작부체계의 효율적 운영이 필요하다. 그러나 양질 조사료 생산현장에서는 이상기후 현상으로 인한 빈발하는 가뭄과

\*Corresponding author: Jeong Sung Jung, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea.

Tel: +82-41-580-6748, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: jjs3873@korea.kr

폭우 등으로 인하여 재배기술의 현장적용과 실천에 어려움이 증가함은 물론 그에 따른 단위면적당 생산성 저하로 어려움이 예상되고 있다.

본 연구에서는 주어진 기후 및 토양환경 조건에서 재배기술의 현장실천 정도가 조사료 생산성 변화에 미치는 영향을 평가하고, 재배환경 및 재배기술과 조사료 생산성과의 상관관계를 분석하여 양질 조사료의 생산량 예측을 위한 기초자료를 확보하며, 동시에 조사료 생산현장에서 생산성 향상과 가장 관련이 깊은 핵심 재배기술을 선정하기 위한 기초자료를 확보하기 위해 수행되었다.

방문하여 재배기술의 적용 현황을 설문조사하고 사료용 옥수수의 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

조사료 생산성 변화에 영향을 미치는 재배환경인 평균온도와 강수량은 농촌진흥청 기상정보서비스 홈페이지를 이용하여 사료용 옥수수 재배현장과 가장 가까운 지점의 기상자료를 활용하였다. 지역별 재배지 토양의 화학적 특성은 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여 분석하였다(RDA, 1988).

재배기술은 파종기술인 파종시기와 파종 후 담압 여부를 조사하였고, 시비기술인 기비와 추비 사용량을 조사하였으며, 포장관리기술은 파종 후 배수로 설치 여부 등을 조사하였다.

재배환경과 재배기술의 현장적용 여부와 사료용 옥수수 생산성과의 상관관계를 분석하기 위하여 재배환경과 재배기술의 현장적용 정도를 점수로 환산하였다. 기상환경에 대한 점수 환산은 2017년 중부 및 남부지역 21개 조사료 생산지역의 평년 평균온도(19.5°C)와 평년 강수량(920mm)을 기준으로 하였다(NIAS, 2017). Table 1과 Table 2의 기상자료에서 사료용 옥수수 생육기인 4월

## II. 재료 및 방법

본 연구는 2017년부터 2018년까지 우리나라 중부 및 남부지역인 경기, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남지역을 대상으로 조사료 생산 현장에서 사료용 옥수수를 재배하고 있는 34개 농가현장을

**Table 1. Average air temperature(°C) of regions near cultivation field of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation region	Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Mean of Apr. to Oct.
2017	Cheonan	Current	12.9	17.8	21.6	25.5	24.2	19.3	13.8	19.3
		Normal	11.9	17.9	22.1	26.6	26.0	19.5	12.4	19.5
	Cheongju	Current	13.5	18.7	22.8	26.7	25.6	20.2	14.4	20.3
		Normal	12.3	18.5	23.0	25.7	25.7	20.4	13.7	19.9
	Namwon	Current	12.3	17.0	20.4	25.2	23.9	18.4	13.4	18.7
		Normal	6.1	12.1	16.9	23.8	23.6	18.8	12.6	16.3
	Gochang	Current	12.9	18.2	22.0	27.8	26.4	20.9	15.1	20.5
		Normal	12.1	18.2	22.5	26.4	26.3	21.2	14.8	20.2
	Geochang	Current	13.3	18.3	22.2	26.8	25.8	18.8	12.9	19.7
		Normal	13.3	18.3	22.3	26.4	26.1	19.8	14.2	20.1
2018	Andong	Current	13.3	18.7	21.9	25.7	24.7	19.4	14.3	19.7
		Normal	12.3	17.9	22.0	25.3	25.0	20.0	13.6	19.4
	Yeoju	Current	12.2	17.2	22.3	26.7	27.0	19.2	10.9	19.4
		Normal	11.3	17.6	22.5	25.3	25.4	19.8	12.8	19.2
	Cheonan	Current	11.5	17.7	22.3	26.7	27.3	19.6	11.2	19.5
		Normal	11.9	17.9	22.1	26.6	26.0	19.5	12.4	19.5
	Cheongwon	Current	13.6	18.4	22.8	27.2	27.6	19.9	11.2	20.1
		Normal	12.4	18.5	22.8	25.7	25.8	20.1	13.2	19.8
	Chungju	Current	12.4	17.3	22.0	26.1	26.7	19.1	10.9	19.2
		Normal	11.8	17.9	22.2	25.0	25.0	19.7	12.7	19.2
	Namwon	Current	11.7	16.5	20.4	24.8	24.7	18.2	10.6	18.1
		Normal	6.8	12.6	17.3	24.0	23.7	18.7	12.3	16.5
	Sangju	Current	13.6	18.6	23.0	27.1	27.3	19.9	11.9	20.2
		Normal	12.6	18.9	22.9	25.5	25.5	20.2	13.4	19.9
	Kyeongju	Current	14.2	18.2	22.4	27.0	26.8	20.7	14.0	20.5
		Normal	14.1	19.5	22.0	26.2	25.9	20.9	15.5	20.6

Table 2. Rainfall(mm) of regions near cultivation field of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Division	Cultivation region	Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Sum of Apr. to Oct.
2017	Cheonan	Current	94	87	15	90	116	97	71	570
		Normal	87	131	93	174	210	99	137	931
	Cheongju	Current	71	15	33	654	251	71	20	1,114
		Normal	82	55	122	334	106	68	51	818
	Namwon	Current	66	42	27	257	173	97	75	737
		Normal	88	63	104	192	241	120	130	939
	Gochang	Current	49	44	27	226	201	100	43	689
		Normal	85	53	65	233	306	97	67	907
	Geochang	Current	59	30	93	107	144	127	10	570
		Normal	59	30	71	239	107	193	116	814
	Andong	Current	77	13	22	475	158	88	66	898
		Normal	66	209	88	309	207	104	58	1,041
2018	Yeoju	Current	118	196	147	222	353	91	108	1,233
		Normal	69	89	118	396	205	96	61	1,034
	Cheonan	Current	100	176	171	258	305	100	203	1,312
		Normal	87	131	93	174	210	99	137	931
	Cheongwon	Current	75	81	54	340	282	156	84	1,070
		Normal	68	52	88	262	165	74	57	765
	Chungju	Current	105	140	70	166	367	197	133	1,177
		Normal	81	57	71	239	216	112	63	838
	Namwon	Current	141	99	240	132	469	117	170	1,366
		Normal	88	63	104	192	241	120	130	939
	Sangju	Current	140	99	57	124	324	68	162	973
		Normal	79	72	92	226	186	93	71	819
	Kyeongju	Current	108	76	110	209	212	114	167	994
		Normal	111	41	59	134	228	174	102	849

부터 10월 사이 해당지역의 평균온도가 19.5°C 이상은 9점, 18.0°C 이상~19.5°C 미만은 5점, 18.0°C 미만은 1점으로 환산하였고, 해당 지역의 강수량이 920mm 이상은 9점, 800mm 이상~920mm 미만은 5점, 800mm 미만은 1점으로 환산하였다. 토양의 비옥도에 대한 점수 환산은 작물생육에 적정한 토양특성별 범위를 표준으로 하였다. 즉, Table 3과 같이 조사된 재배지 토양의 회화적 특성에서 pH(9점=pH 6.1~7.9, 5점=pH 5.1~6.0, 1점=pH 5.0 이하 또는 pH 8.0 이상), T-N(9점=0.2% 이상, 5점=0.16~0.19%, 1점=0.15% 이하), OM(9점=31g/kg 이상, 5점=21~30g/kg, 1점=20g/kg 이하), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(9점=100mg/kg 이상, 5점=81~99mg/kg, 1점=80mg/kg 이하), CEC(9점=10cmol+/kg 이상, 5점=5.1~9.9cmol+/kg, 1점=5cmol+/kg 이하)를 환산한 후 토양특성 점수의 평균값이 7점 이상은 토양비 옥도 점수를 9점, 4~6.9점 사이는 5점, 3.9점 이하는 1점으로 재

환산하였다. 재배기술 점수는 파종기술, 시비기술 및 포장관리기술의 현장 적용 현황(Table 4)을 사료용 옥수수 재배기술(RDA, 2011)을 기준으로 기술의 현장적용 정도에 따라 적정은 9점, 보통은 5점, 미흡은 1점으로 환산하였다. 재배환경과 재배기술을 점수로 환산한 결과는 Table 5와 같다.

사료용 옥수수의 일반생육특성은 농사시험연구조사기준에 준하여 조사하였고 (RDA, 1995), 수량조사는 재배지별 생육의 중간 지점에서 1.5m<sup>2</sup> 면적을 수확하여 옥수수의 경엽과 알곡을 분리하여 생초수량을 조사하였다. 건물을 조사는 옥수수 2주를 경엽과 알곡으로 분리하여 각각의 생초시료 무게를 조사하고 65°C 열풍건조기에서 4일 이상 건조 후 건물을 산출하였다. 건물수량은 생초수량에 건물을 환산하여 계산하였다. 식물체의 조단백질 함량은 AOAC법(1990)으로 분석하였고, acid detergent fiber(ADF)와

**Table 3. Chemical characteristics of soil at fields of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	T-N <sup>*</sup> (%)	OM <sup>**</sup> (g/kg)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC <sup>***</sup> (cmol+/kg)	
2017	Namwon	A	6.18	0.31	51.3	373.7	18.2
		B	6.18	0.31	51.3	373.7	18.2
	Cheonan	A	5.05	0.13	20.3	154.5	13.2
		B	5.71	0.19	28.0	678.9	8.9
	Cheongju	C	6.98	0.35	48.5	616.0	11.8
		A	7.48	0.39	59.7	793.4	17.5
	Andong	B	6.36	0.23	38.1	244.3	11.4
		A	6.19	0.16	25.7	293.5	7.9
	Gochang	B	7.54	0.16	27.1	583.0	6.1
		A	6.90	0.30	52.8	533.0	17.8
	Geochang	B	7.13	0.20	37.2	175.2	12.8
		A	7.01	0.34	56.9	421.8	12.9
		B	6.69	0.25	45.0	371.8	5.2
2018	Yeoju	A	6.55	0.19	33.3	81.8	10.0
		B	6.55	0.19	33.3	81.8	10.0
		C	6.55	0.19	33.3	81.8	10.0
		D	6.55	0.19	33.3	81.8	10.0
	Sangju	A	7.38	0.16	27.7	212.9	11.9
		B	7.38	0.16	27.7	212.9	11.9
		C	7.38	0.16	27.7	212.9	11.9
		D	7.38	0.16	27.7	212.9	11.9
	Kyeongju	A	8.23	0.28	66.6	486.8	24.8
		B	8.23	0.28	66.6	486.8	24.8
		C	8.23	0.28	66.6	486.8	24.8
		D	8.23	0.28	66.6	486.8	24.8
	Chungju	A	6.76	0.43	57.1	578.9	13.6
		B	6.76	0.43	57.1	578.9	13.6
		C	6.76	0.43	57.1	578.9	13.6
		D	6.76	0.43	57.1	578.9	13.6
	Namwon	A	6.86	0.47	82.1	840.1	19.8
	Cheongwon	A	7.48	0.28	45.5	580.6	12.5
		B	6.50	0.20	28.3	88.8	13.4
	Cheonan	A	5.05	0.13	20.4	154.5	13.2
		B	5.22	0.16	30.9	148.7	11.1

\*T-N: Total nitrogen, \*\*OM: Organic matter, \*\*\*CEC: Cation exchange capacity

neutral detergent fiber (NDF)는 Goering 및 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 가소화영양소총량(Total digestible nutrient, TDN)은 88.9-(0.79×ADF%)로 계산하였다(Holland et al., 1990). 통계분석은 SAS pakage program(ver. 9.2)으로 변수들 간의 상관관계

를 분석하고자 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하였다(SAS, 2002).

**Table 4. Cultivation techniques applied for forage production of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	Seeding		Fertilization		Field management	
		Date	Stamp	Basal (kg/ha)	Dressing (kg/ha)	Drainage	Others
2017	Namwon	A	15 Apr	Good	Enough	Medium	Medium
		B	15 Apr	Good	Enough	Medium	Good
	Cheonan	A	4 May	Good	Enough	Enough	Good
		B	4 May	Good	Enough	Enough	Good
	Cheongju	C	26 Jun	Good	Enough	Enough	Good
		A	15 Apr	Good	Medium	Enough	Good
		B	25 May	Medium	Medium	Enough	Good
	Andong	A	3 Jun	Bad	Enough	Lack	Good
		B	15 May	Bad	Enough	Lack	Good
	Gochang	A	10 Jun	Bad	Enough	Lack	Good
		B	10 Jun	Bad	Enough	Lack	Drought
2018	Geochang	A	7 Jun	Medium	Enough	Enough	Medium
		B	2 May	Good	Enough	Enough	Medium
	Yeoju	A	6 Jun	Good	Enough	Lack	Medium
		B	6 Jun	Good	Enough	Lack	Medium
		C	6 Jun	Good	Enough	Lack	Medium
	Sangju	D	6 Jun	Good	Enough	Lack	Medium
		A	9 Jun	Good	Enough	Medium	Good
		B	9 Jun	Good	Enough	Medium	Good
	Kyeongju	C	9 Jun	Good	Enough	Medium	Good
		D	9 Jun	Good	Enough	Medium	Good
	Chungju	A	14 Jun	Good	Enough	Enough	Good
		B	14 Jun	Good	Enough	Enough	Good
		C	14 Jun	Good	Enough	Enough	Good
		D	14 Jun	Good	Enough	Enough	Watering
2018	Namwon	A	21 Jul	Good	Medium	Enough	Good
		B	21 Jul	Good	Medium	Enough	EH
	Cheongwon	C	21 Jul	Good	Medium	Enough	Good
		D	21 Jul	Good	Medium	Enough	EH
	Cheonan	A	4 Jun	Good	Enough	Enough	Medium
		B	13 Apr	Good	Enough	Lack	Good
		A	15 Apr	Bad	Enough	Lack	Watering
		B	20 Apr	Good	Enough	Enough	Good

\* EH: Early harvesting

**Table 5. Conversion scores of cultivation environments and techniques applied for forage production of forage corn in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	Score of cultivation environment (1~9)*				Score of cultivation technique (1~9)**				Total score	
		Soil fertility	Rain fall	Mean temp.	Sub-total	Seed-ing	Fertilizing	Field manag.	Sub-total		
2017	Namwon	A	9	1	5	15	9	9	5	23	38
		B	9	1	5	15	9	9	9	27	42
		A	5	1	5	11	9	9	9	27	38
	Cheonan	B	5	1	5	11	9	9	9	27	38
		C	9	1	5	15	1	9	9	19	34
		A	9	9	9	27	9	9	9	27	54
	Cheongju	B	9	9	9	27	5	9	9	23	50
		A	5	5	9	19	1	9	1	11	30
	Andong	B	5	5	9	19	5	9	9	23	42
		A	9	1	9	19	1	9	9	19	38
2018	Gochang	B	9	1	9	19	1	9	9	19	38
		A	9	1	9	19	1	9	1	11	30
	Geochang	B	9	1	9	19	9	9	5	23	42
		A	9	9	5	23	5	9	9	23	46
	Yeoju	B	9	9	5	23	5	9	9	23	46
		C	9	9	5	23	5	9	9	23	46
		D	9	9	5	23	5	9	9	23	46
	Sangju	A	9	5	9	23	5	9	9	23	46
		B	9	5	9	23	5	9	9	23	46
		C	9	5	9	23	5	9	9	23	46
	Kyeongju	D	9	5	9	23	5	9	9	23	46
		A	9	9	9	27	1	9	9	19	46
		B	9	9	9	27	1	9	9	19	46
	Chungju	C	9	9	9	27	1	9	9	19	46
		D	9	9	9	27	1	9	9	19	46
2019	Namwon	A	9	9	5	23	1	9	5	15	38
	Chungju	B	9	9	5	23	1	9	5	15	38
	C	9	9	5	23	1	9	5	15	38	
	D	9	9	5	23	1	9	5	15	38	
	Namwon	A	9	9	5	23	5	9	9	23	46
	Cheongwon	A	9	9	9	27	9	9	9	27	54
	B	9	9	9	27	5	9	5	19	46	
	Cheonan	A	5	9	9	23	9	9	5	23	46
		B	9	9	9	27	9	9	9	27	54

\* Soil fertility score: 1= below 3.9, 5= 4~6.9, 9= over 7 in average score of soil point conversion

- Soil point conversion: pH(1= below 5.0 or over 8.0, 5= 5.1~6.0, 9= 6.1~7.9), T-N(1= below 0.15, 5= 0.16~0.19, 9= over 0.2), OM(1= below 20, 5= 21~30, 9= over 31), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(1= below 80, 5= 81~99, 9= over 100), CEC(1= below 5, 5= 5.1~9.9, 9= over 10)

\* Mean temperature of Apr. to Oct.: 1= below 18°C, 5= over 18~below 19.5, 9= over 19.5

\* Rainfall of Apr. to Oct.: 1= below 800mm, 5= over 800~below 920, 9= over 920

\*\* Scores(1=lack, 5=medium, 9=good) of cultivation techniques were converted by field-applied degrees of standard cultivation techniques of forage corn

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 평균기온 및 강수량

중부 및 남부지역에서 2017년과 2018년 13개 재배지별 평균 온도는 Table 1과 같다. 사료용 옥수수의 생육기인 4월에서 10월 사이의 평균온도는 전북 남원지역을 제외하고 모든 지역에서 2017년 중부 및 남부지역 21개 조사료 재배지역 평년 평균온도인 19.5°C(NIAS, 2017)와 비슷하거나 약간 높아 사료용 옥수수 재배에 크게 영향이 없는 온도조건이었다. 그러나 강수량은 Table 2에서와 같이 2017년 중부 및 남부지역 21개 조사료 재배지역 평년 강수량인 920mm(NIAS, 2017)을 기준으로 하였을 때, 2017년은 6개 재배지역 모두 4월에서 10월 사이의 강수량은 920mm보다 적어 사료용 옥수수 생육에 불리한 수분조건이었다. 그러나 2018년 7개 재배지역의 강수량은 920mm보다 많았으나 7월과 8월에 집중되는 것으로 나타났다.

#### 2. 토양의 화학적 특성

중부 및 남부지역의 사료용 옥수수 재배지별 토양의 화학적 특성은 Table 3과 같다. 2017년과 2018년 사료용 옥수수 재배현장 34개소 토양의 pH는 천안 4개소를 제외하고는 약산성에서 약 알칼리성으로 사료용 옥수수 재배에는 적합한 것으로 나타났다. 토양의 유기물함량은 천안 2개소를 제외하고는 2.5% 이상으로 양호하였다. 유효인산 함량은 여주 4개소와 청원 1개소를 제외하고는 모두 100ppm 이상으로 옥수수 재배에는 양호한 편이었다. 양이온치환용량은 천안 1개소와 안동 2개소 그리고 고창 1개소를 제외하고는 모두 10cmol+/kg이상으로 양호한 것으로 나타났다. 이와 같이 중부 및 남부지역에서 34개 사료용 옥수수 재배현장의 토양특성은 대부분 양호한 것으로 나타났다.

#### 3. 재배기술의 현장적용 현황

중부 및 남부지역에서 2017년과 2018년 34개 재배지별 사료용 옥수수 재배기술의 현장적용 현황은 Table 4와 같다. 파종시기는 4월 13일에서부터 7월 21일까지 매우 다양하였다. 사료용 옥수수의 파종적기는 4월 하순경(RDA, 2011)이라는 점을 고려할 때, 재배지별로 파종시기가 매우 늦거나 빠른 경우가 있어 사료용 옥수수의 생산성 변화에 중요한 요인이 될 수 있는 것으로 판단되었다. 특히 조사료 생산현장에서 사료용 옥수수의 파종시기가 5월 하순이나 6월 이후로 늦어진 재배지가 많은 것은 동계 사료작물을 수확하고 파종한 결과였다. 사료용 옥수수를 파종한 후 답답은 2017년 안동과 고창지역 각각 2개소와 2018년 청원 1개소를 제외하고는 대부분 잘 이루어 진 것으로 나타났다. 사료

용 옥수수의 시비량은 재배기술(RDA, 2011)과 비교하였을 때, 기비로 전량 사용하거나 기비와 추비로 나누어 사용하는 방법에는 차이가 있었으나 대부분의 재배지에서 충분한 비료를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 포장관리기술 종에서 배수로 설치 등 배수관리 기술의 현장적용은 대부분의 재배지에서 양호하게 적용된 것으로 나타났다. 한편 재배지에 따라서는 사료용 옥수수의 수확적기인 황숙기보다 일찍 수확하여 건물 생산성의 감소를 초래하거나 가뭄에 대응하여 관수를 실시는 등 재배지에 따라 포장관리기술의 현장적용은 다양한 것으로 나타났다.

#### 4. 재배환경 및 재배기술의 점수화

중부 및 남부지역에서 사료용 옥수수 재배지의 재배환경과 재배기술을 현장에 적용한 정도에 따른 조사료 생산성 간의 상관관계를 분석하기 위하여 재배환경과 재배기술의 현장적용 현황을 점수로 환산한 결과는 Table 5와 같다. 사료용 옥수수 재배지별 토양비옥도 점수는 대부분이 중간 이상으로 양호하였다. 2017년 재배지별 강수량은 청주지역을 제외하고 대부분의 재배지에서 기준 강수량인 920mm(NIAS, 2017)보다 적어 낮은 점수로 환산되었으며, 2018년 재배지별 강수량은 상주지역을 제외하고는 기준 강수량인 920mm(NIAS, 2017)보다 많아 높은 점수로 환산되어 년차 간에 상이한 점수를 나타내었다. 재배지별 평균온도는 평년 평균온도와 비슷하여 대부분 재배지에서 5점 이상의 점수로 환산되어 재배지별 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 재배지별 적용된 파종기술은 총 34개소 중에서 13개소는 매우 낮은 점수로 분류되었고, 12개소는 중간, 나머지 9개소는 높은 점수로 분류되어 재배지별로 기술적용의 차이가 많은 것으로 나타났다. 시비기술은 34개소 모든 재배지에서 매우 높은 점수로 환산되어 조사료 생산현장에서 사료용 옥수수를 재배할 때 충분한 비료를 사용하는 것으로 나타났다. 포장관리기술은 2017년 안동 1개소와 고창 1개소를 제외하고 나머지 재배지는 중간 또는 높은 점수로 분류되어 재배지간 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

#### 5. 생육특성

중부 및 남부지역 34개소에서 재배된 사료용 옥수수의 생육특성은 Table 6과 같다. 2017년 13개소의 평균 결주율은 16%였으며 5~30% 범위로서 다양하였다. 평균 간장은 248cm이었으며 182~295cm 범위였다. 평균 경의 굵기는 20mm이며 17~25mm 범위였다. 2018년 21개소의 평균 결주율은 21%이며 10~40% 범위로 다양하였다. 평균 간장은 215cm이며 72~290cm 범위로서 재배지 간 차이가 많았다. 평균 경의 굵기는 20mm로서 16~23mm 범위로 다양하였다. 본 연구에서 사료용 옥수수 겹은줄오갈병 발생률은 2017년 6월 7일 파종한 거창 1개소와 2018년 4월 13일

**Table 6. Growth characteristics of forage corn cultivated for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	Miss- planted rate (%)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	BSDV* (%)	Ear ratio (%)
2017	Namwon	A 20	224	21	1	42
		B 20	257	25	1	36
		A 30	182	19	5	57
	Cheonan	B 30	199	20	5	41
		C 10	211	18	5	48
		A 10	269	25	0	56
	Cheongju	B 10	261	19	0	54
		A 15	295	21	0	24
	Andong	B 10	264	19	0	58
		A 5	260	21	0	35
	Gochang	B 5	256	21	0	44
		A 30	275	17	10	26
	Geochang	B 10	276	18	5	50
		Mean 16	248	20	2.5	44
2018	Yeoju	A 30	288	21	1	47
		B 30	290	23	1	36
		C 30	283	22	0	33
		D 30	243	22	1	40
	Sangju	A 20	222	17	5	40
		B 20	188	18	5	33
		C 20	242	18	5	29
	Kyeongju	D 20	211	18	5	35
		A 10	174	17	0	32
		B 10	198	18	0	35
	Chungju	C 10	181	16	0	35
		D 10	174	17	0	39
		A 10	233	21	0	27
	Namwon	B 10	232	18	0	18
		C 10	254	20	0	9
	Cheongwon	D 10	223	21	0	17
		A 30	181	19	5	26
	Cheonan	A 30	262	22	10	48
		B 30	236	21	5	51
	Mean	A 40	72	18	5	40
		B 30	128	22	0	52
	Average	21	215	19	2.3	34

\* BSDV= black streaked dwarf virus

파종한 청원 1개소를 제외하고는 검은줄오갈병의 발생률이 10% 미만으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 사료용 옥수수를 4월 10 일경 일찍 파종하거나 5월 31일 이후 늦게 파종하면 검은줄오갈 병 발생률이 41%까지 높다는 보고(Choi et al., 2008)와는 상이

한 결과를 나타내었다. 2017년 13개소의 평균 암이삭 비율은 44%이며 24~58% 범위였고, 2018년 21개소 평균 암이삭 비율은 34%이며 9~52% 범위로서 재배지에 따라 다양하였다. Choi et al.(2017)은 사료용 옥수수의 암이삭 비율이 파종시기와 관련이

있어 4월 하순경 파종은 암이삭 비율은 40% 정도이나 5월 하순 이후로 파종시기가 늦어지면 암이삭 비율이 28%까지 떨어진다는 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 특히 2018년 충주지역은 파종시기가 7월 21일로 매우 늦음으로써 암 이삭 비율이 매우 낮은 원인으로 사료된다.

## 6. 생산성 및 사료가치

중부 및 남부지역의 조사료 생산현장 사료용 옥수수 재배지의 생산성은 Table 7과 같다. 2017년 13개소의 평균 건물수량은 15,483kg/ha이었으며 재배지별로 10,955~19,198kg/ha 범위로서 재배지별 최소유의차는 2,962kg/ha이었다. 2017년 평균 TDN 수량

**Table 7. Fresh yield, dry matter(DM) and total digestible nutrient(TDN) yield of forage corn cultivated for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	Fresh yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)	Ear yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)	
2017	Namwon	A 60,367 <sup>bcd</sup>	15,900 <sup>bcd</sup>	6,594 <sup>de</sup>	10,982 <sup>bcd</sup>	
		B 71,811 <sup>a</sup>	19,198 <sup>a</sup>	6,851 <sup>de</sup>	13,425 <sup>a</sup>	
		A 43,878 <sup>e</sup>	12,811 <sup>ef</sup>	7,293 <sup>cde</sup>	9,533 <sup>de</sup>	
	Cheonan	B 46,911 <sup>e</sup>	11,604 <sup>f</sup>	4,813 <sup>f</sup>	8,204 <sup>e</sup>	
		C 43,889 <sup>e</sup>	14,796 <sup>cde</sup>	7,031 <sup>de</sup>	10,457 <sup>cd</sup>	
		A 68,000 <sup>ab</sup>	17,667 <sup>abc</sup>	9,861 <sup>ab</sup>	13,653 <sup>a</sup>	
	Cheongju	B 51,222 <sup>de</sup>	16,223 <sup>bcd</sup>	8,760 <sup>bc</sup>	12,413 <sup>abc</sup>	
		A 61,044 <sup>bc</sup>	13,302 <sup>def</sup>	3,243 <sup>g</sup>	8,898 <sup>de</sup>	
	Andong	B 46,583 <sup>e</sup>	18,519 <sup>ab</sup>	10,654 <sup>a</sup>	13,959 <sup>a</sup>	
		A 57,344 <sup>cd</sup>	17,190 <sup>abc</sup>	6,071 <sup>ef</sup>	12,378 <sup>abc</sup>	
	Gochang	B 57,756 <sup>cd</sup>	17,156 <sup>abc</sup>	7,513 <sup>cde</sup>	12,842 <sup>ab</sup>	
		A 46,042 <sup>e</sup>	10,955 <sup>f</sup>	2,869 <sup>g</sup>	7,532 <sup>e</sup>	
	Geochang	B 47,917 <sup>e</sup>	15,962 <sup>bcd</sup>	7,941 <sup>cd</sup>	12,147 <sup>abc</sup>	
		Mean 54,059	15,483	6,884	11,263	
2018	Yeoju	A 47,056 <sup>fde</sup>	15,120 <sup>bcd</sup>	7,097 <sup>b</sup>	9,729 <sup>bcd</sup>	
		B 57,756 <sup>abc</sup>	15,610 <sup>bc</sup>	5,574 <sup>bcd</sup>	10,846 <sup>bc</sup>	
		C 52,944 <sup>cd</sup>	12,803 <sup>cdef</sup>	4,305 <sup>def</sup>	8,729 <sup>cdef</sup>	
		D 53,244 <sup>cd</sup>	14,921 <sup>bcd</sup>	5,996 <sup>bc</sup>	10,052 <sup>bcd</sup>	
		A 30,844 <sup>hi</sup>	8,548 <sup>ij</sup>	3,471 <sup>efgh</sup>	5,573 <sup>ij</sup>	
	Sangju	B 36,844 <sup>fghi</sup>	9,123 <sup>ghij</sup>	2,978 <sup>efghi</sup>	6,369 <sup>ghij</sup>	
		C 39,067 <sup>fgh</sup>	9,123 <sup>ghij</sup>	2,603 <sup>ghi</sup>	6,090 <sup>ghij</sup>	
		D 37,722 <sup>fghi</sup>	9,610 <sup>fghij</sup>	3,427 <sup>efgh</sup>	6,277 <sup>ghij</sup>	
	Kyeongju	A 34,063 <sup>hi</sup>	8,986 <sup>hij</sup>	2,869 <sup>fghi</sup>	5,999 <sup>hij</sup>	
		B 48,711 <sup>cde</sup>	10,727 <sup>fghij</sup>	3,780 <sup>efg</sup>	7,078 <sup>fghij</sup>	
		C 34,744 <sup>hi</sup>	7,589 <sup>j</sup>	2,696 <sup>fghi</sup>	5,207 <sup>j</sup>	
	Chungju	D 36,167 <sup>ghi</sup>	8,595 <sup>hij</sup>	3,405 <sup>efghi</sup>	5,859 <sup>hij</sup>	
		A 53,521 <sup>cd</sup>	10,261 <sup>fghij</sup>	2,828 <sup>fghi</sup>	6,394 <sup>ghij</sup>	
		B 55,510 <sup>bcd</sup>	9,965 <sup>fghij</sup>	1,785 <sup>ij</sup>	6,656 <sup>fghij</sup>	
		C 55,760 <sup>abcd</sup>	8,737 <sup>hij</sup>	795 <sup>j</sup>	5,852 <sup>hij</sup>	
	Namwon	D 65,323 <sup>ab</sup>	11,796 <sup>fgh</sup>	1,965 <sup>hij</sup>	7,878 <sup>efgh</sup>	
		A 41,073 <sup>efgh</sup>	9,471 <sup>ghij</sup>	2,487 <sup>ghi</sup>	6,315 <sup>ghij</sup>	
Cheongwon	A	66,325 <sup>a</sup>	20,736 <sup>a</sup>	9,905 <sup>a</sup>	13,816 <sup>a</sup>	
	B	27,573 <sup>i</sup>	12,242 <sup>defg</sup>	6,308 <sup>b</sup>	8,170 <sup>defg</sup>	
	Cheonan	A 30,833 <sup>hi</sup>	11,283 <sup>fghi</sup>	4,580 <sup>cde</sup>	7,503 <sup>fghi</sup>	
		B 45,833 <sup>defg</sup>	17,028 <sup>b</sup>	8,789 <sup>a</sup>	11,321 <sup>b</sup>	
Mean		45,282	11,537	4,173	7,701	
Average		49,671	13,510	5,529	9,482	

abcdefghijklm means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

은 11.263kg/ha이었으며 재배지별로 8,204~13,959kg/ha 범위로서 재배지별 최소유의치는 2,166kg/ha이었다( $p<0.05$ ). 2018년 21개소의 평균 건물수량은 11,537kg/ha이었으며, 재배지별로 10,955~19,198kg/ha 범위로서 재배지별 최소유의치는 3,213kg/ha이었다( $p<0.05$ ). 2018년 21개소의 평균 TDN 수량은 7,701kg/ha이었으며 재배지별로 8,204~13,959 kg/ha 범위로 차이가 있었고, 재배지 간 최소유의치는 2,138kg/ha이었다( $p<0.05$ ). 사료용 옥수수의

파종시기가 늦으면 건물수량이 낮아진다는 보고(Lee et al., 2007; Son et al., 2009)와 같이 본 연구에서도 파종시기 등 재배기술의 현장적용 여부에 따라 조사료 생산성이 다양하게 나타난 것으로 사료된다.

중부 및 남부지역의 조사료 생산현장 사료용 옥수수 재배지별 사료 가치는 Table 8과 같다. 2017년 13개소의 평균 ADF 함량은 20.8%, NDF 함량은 37.1%, TDN 함량은 72.5%로서 사료가치가 매우 우

**Table 8. Acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), crude protein(CP), and total digestible nutrient(TDN) of forage corn cultivated for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Cultivation field	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	TDN* (%)
2017	Namwon	A 25.1	44.8	7.6	69.1
		B 24.0	42.5	8.0	69.9
		A 18.3	34.2	8.9	74.4
	Cheonan	B 23.0	40.8	11.0	70.7
		C 23.1	42.0	7.1	70.7
		A 14.7	28.3	8.3	77.3
	Cheongju	B 15.7	28.3	7.5	76.5
		A 27.9	46.3	7.0	66.9
	Andong	B 17.1	30.2	7.9	75.4
		A 21.4	38.8	8.9	72.0
	Gochang	B 17.8	33.1	8.7	74.9
		A 25.5	42.8	8.9	68.8
	Geochang	B 16.2	29.7	9.2	76.1
		Mean 20.8	37.1	8.4	72.5
2018	Yeoju	A 31.1	54.0	4.7	64.3
		B 24.6	45.5	6.3	69.5
		C 26.2	46.7	6.0	68.2
		D 27.3	50.2	6.5	67.4
	Sangju	A 30.0	50.8	6.2	65.2
		B 24.2	44.6	7.5	69.8
		C 28.0	48.2	6.2	66.8
		D 29.9	49.6	5.0	65.3
	Kyeongju	A 28.0	47.7	8.6	66.8
		B 29.0	49.9	8.4	66.0
		C 25.7	45.2	8.3	68.6
		D 26.2	46.2	7.1	68.2
	Chungju	A 33.7	54.6	7.1	62.3
		B 28.8	47.9	7.4	66.8
		C 30.7	49.1	6.1	67.0
	Namwon	D 30.0	50.1	7.8	66.8
		A 26.8	49.4	8.6	66.7
		A 24.6	46.9	10.5	66.6
	Cheongwon	B 21.5	37.4	9.3	66.7
		A 21.9	38.8	9.3	66.5
	Cheonan	B 20.7	38.5	7.6	66.5
		Mean 27.1	47.2	7.3	66.8
<b>Average</b>		<b>24.0</b>	<b>42.2</b>	<b>7.9</b>	<b>69.7</b>

\* TDN = 88.9-(0.79 × ADF%)

**Table 9. Correlation between cultivation environment, cultivation techniques, and productivity of forage corn cultivated for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018**

Division	Productivity		Cultivation environment				Cultivation techniques				Total score
	DM <sup>\$</sup> yield	TDN <sup>\$</sup> yield	Soil fert.	Rain fall	Mean temp.	Sub-total	Seed -ing	Fertilizer	Field manag.	Sub-total	
Productivity	DM yield	1									
	TDN yield	0.98**	1								
Cultivation environment	Soil fertility	-0.05	-0.08	1							
	Rain fall	-0.25	-0.30	0.23	1						
	Mean temp.	0.01	0.04	-0.01	0.01	1					
	Sub-total	0.21	-0.24	0.50**	0.85**	0.44**	1				
Cultivation techniques	Seeding	0.46**	0.45**	-0.27	-0.16	-0.05	0.23	1			
	Fertilizing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1			
	Field manag.	0.16	0.19	0.17	0.09	0.01	0.13	0.23	0.00	1	
	Sub-total	0.42**	0.42**	-0.10	-0.07	-0.03	-0.10	0.85**	0.00	0.70**	1
Total score		0.15	0.13	0.30	0.58**	0.31	0.68**	0.45**	0.00	0.61**	0.66**

\* Significant at 5% level, \*\* Highly significant at 1% level.

<sup>\$</sup> DM : Dry matter, <sup>\$</sup> TDN : Total digestible nutrient

수하였다. 특히 재배지별 사료용 옥수수의 TDN 함량은 67~77% 범위였다. 2018년 21개소의 평균 ADF 함량은 27.1%, NDF 함량은 47.2%, 조단백질 함량은 7.3%, TDN 함량은 66.8%였다. 이러한 결과는 재배기술의 현장적용 여부 따른 암 이삭 수량의 차이가 TDN 함량의 변화에 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

## 7. 재배환경 및 재배기술과 조사료 생산성 간의 상관

중부 및 남부지역 사료용 옥수수 재배현장의 생산성 변화요인을 분석하기 위하여 재배환경 및 재배기술과 조사료 생산성 간의 상관분석 결과는 Table 9와 같다. 재배환경과 사료용 옥수수의 생산성 간에는 상관이 없는 것으로 나타났고, 재배기술과 생산성 간에는 고도의 상관( $p<0.01$ )이 있는 것으로 나타났다. 특히 재배기술 중에서 파종기술과 조사료 생산성 간에는 고도의 상관( $p<0.01$ )이 있으나 시비기술 및 포장관리기술과 사료용 옥수수 생산성 간에는 상관이 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 시비기술과 생산성 간의 상관이 없었던 것은 Table 3에서 보는바와 같이 사료용 옥수수 재배지의 토양비옥도가 대부분 양호하고 재배지의 토양비옥도를 알고 있는 재배농가에서 인위적으로 시비량을 조절한 결과로 사료된다. 이상의 결과들은 사료용 옥수수의 생산성 향상에는 재배환경보다 재배기술의 현장실천이 매우 중요함을 제시하고 있다. 따라서 우리나라 지역별 사료용 옥수수의 생산성 예측기술의 정밀도를 높이기 위해서는 그 지역의 기상 및 토양환경은 물론 재배기술의 적용사항을 충분히 고려하여야 할 것으로 사료된다.

## IV. 요약

본 연구는 사료용 옥수수 재배현장에서 재배환경과 재배기술의 현장적용 차이에 따른 조사료 생산성의 변화 요인을 분석하기 위하여 2017부터 2018년까지 수행되었다. 우리나라 중부 및 남부지역에서 34개 사료용 옥수수 재배지의 평균 건물수량은 13,510kg/ha이였다. 재배현장에서 사료용 옥수수의 생산성은 재배환경과는 상관이 거의 없고 재배기술과 고도의 상관( $p<0.01$ )이 있는 것으로 나타났다. 재배기술 중에서 파종기술은 조사료 생산성과 고도의 상관이 있었으나, 시비기술은 조사료 생산성과 상관이 거의 없었다. 이상의 연구결과는 사료용 옥수수의 조사료 생산성 향상을 위해서는 재배환경도 중요하지만 재배기술을 적기에 적용하는 것이 더 중요함을 암시하고 있다. 따라서 우리나라 지역별 사료용 옥수수의 생산성 예측기술의 정밀도를 높이기 위해서는 그 지역의 기후환경 및 토양환경은 물론 재배기술의 현장실천 정도를 충분히 고려하여야 할 것으로 사료된다.

## V. 사사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 지역별 초기 및 사료작물의 재배환경과 재배기술 적용에 따른 조사료 생산성 변화 현장조사 및 결과분석(중부 및 남부지방), 세부과제번호: PJ01243202)의 지원에 의해 이루어진 것임

## VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Choi, G.J., Jung, J.S., Choi, K.C., Hwang, T.Y., Kim, J.H., Kim, W.H., Lee, E.J., Sung, K.L. and Lee, K.W. 2019. Growth characteristic and productivity of forage corn varieties sown at the last ten days of May in central region of korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39:17-23.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Seong, B.R., Kim, M.J., Kim, W.H., Ji, H.C., Lee, J.K., Jeon, B.S., Jung, M.W., Lee, S.H. and Seo, S. 2008. Actual outbreak states of rice black-streaked dwarf virus disease in forage corn field of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28:221-228.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Yoon, S.H., Ji, H.C., Lee, S.H., Jung, M.W., Kim, W.H., Park, H.S. and Kim, K.Y. 2017. Effect of rice black-streaked dwarf virus(RBSDV) infection rate on forage productivity of corn variety in middle district of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37:44-49.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Yoon, S.H., Ji, H.C., Lee, S.H., Jung, M.W., Seo, S., Park, H.S. and Kim, K.Y. 2013. Comparison of forage productivity and outbreak rate between corn varieties in field of rice black-streaked dwarf virus(RBSDV) prevalent area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:111-116.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred International. Inc., Des Moines, IA.
- Ji, H.C., Kim, W.H., Kim, K.Y., Lee, S.H., Yoon, S.H. and Lim, Y.C. 2009. Effect of different drained conditions on growth, forage production and quality of silage corn at paddy field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:329-336.
- Ji, H.C., Lee, J.K., Kim, K.Y., Yoon, S.H., Lim, Y.C., Kwon, O.D. and Lee, H.B. 2009. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in southern region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:13-18.
- Ju, J.I., Seung, Y.G., Kim, C.G. and Lee, H.B. 2010. Planting date and hybrid influence on silage corn yield and quality at paddy field in middle region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:1-8.
- Kim, D.A. 1991. Forage crops. Sunjinmuhsasa. Seoul. pp. 310-320.
- Kim, M.J., Seo, S., Choi, K.C., Kim, J.G., Lee, S.H., Jung, J.S., Yoon, S.H., Ji, H.C. and Kim, M.H. 2013. The studies on growth characteristics and dry matter yield of hybrid corn varieties in Daegwallyeong region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:123-130.
- Lee, S.M. 2015. Effect of drainage depths on agronomic characteristics, yield and feed value of silage corn hybrid in paddy field of lowland. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:137-144.
- Lee, S.M., Kim, B.T., Hwang, J.H., Jeon, B.T. and Moon, S.H. 2007. Effect of plowing frequency and sowing dates on the agronomic characteristics, feed value, weed yield and palatability of silage corn. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27:109-118.
- MAFRA. 2018. Project of increasing for roughage production base. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- NIAS. 2017. Annual report of livestock research. National Institute of animal Science, RDA.
- RDA. 1988. Chemical analysis of soil. Rural Development Administration.
- RDA. 1995. Standard of agriculture research investigation. Rural Development Administration.
- RDA. 2011. Roughage, standard farming textbook 91. Rural Development Administration.
- SAS. 2002. Statistical analysis system version 9.2. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Shin, J.S., Jeon, J.G., Lee, S.B., Kim, W.H., Yoon, S.H., Lee, J.K., Kim, J.G., Jung, M.W., Seo, S. and Lim, Y.C. 2008. Effect of drainage culvert spacing on forage crops production in poorly drained paddy field converted to upland crop cultivation. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28:301-306.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Lee, J.S., Baek, S.B., Kim, W.H. and Kim, J.D. 2010. Comparison of growth characteristics and yield of silage corn hybrids by planting dates at paddy and upland field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:237-246.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Song, S.Y., Baek, S.B., Kim, J.K. and Kim, J.D. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns at different planting dates. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:179-186.

(Received : July 4, 2019 | Revised : August 26, 2019 | Accepted : August 26, 2019)